



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 05 888 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
F 02 D 9/10
F 01 N 3/32

②1 Aktenzeichen: 100 05 888.4
②2 Anmeldetag: 10. 2. 2000
④3 Offenlegungstag: 16. 8. 2001

DE 100 05 888 A 1

⑦1 Anmelder:

Filterwerk Mann + Hummel GmbH, 71638
Ludwigsburg, DE

⑦2 Erfinder:

Fischer, Jochem, 71672 Marbach, DE; Hummel,
Karl-Ernst, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;
Paffrath, Holger, 50259 Pulheim, DE

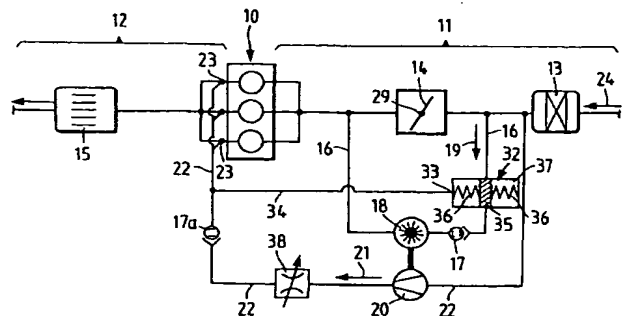
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 33 148 A1
DE 692 04 839 T2
WO 97 38 212 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren Vorrichtung zur gleichzeitigen Einstellung eines Ansaugluftstroms für eine Brennkraftmaschine und eines Sekundärluftstroms in die Abgasanlage derselben Brennkraftmaschine

⑤7 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur gleichzeitigen Einstellung eines Ansaugluftstromes 24 einer Brennkraftmaschine 10 und eines Sekundärluftstromes 21 in die Abgasanlage 12 der Brennkraftmaschine beschrieben, wobei der Sekundärluftstrom durch einen Verdichter 20 erzeugt wird, der von einer Turbine 18 angetrieben wird. Die Turbine 18 ist in einer Umgehungsleitung 16 untergebracht, wobei die Umgehungsleitung parallel zu einer Drosselklappe 14 im Ansaugtrakt 11 der Brennkraftmaschine angeordnet ist. Damit ist die geförderte Sekundärluftmenge 21 von der Drosselklappenstellung abhängig. Um hierfür einen Ausgleich zu schaffen, wird z. B. ein Regelventil 32 vorgesehen, welches über eine Verbindungsleitung 34 mit der Sekundärluftleitung 22 verbunden ist. Das Regelventil beeinflusst den Querschnitt der Umgehungsleitung 16, so daß bei einer Öffnung der Drosselklappe 14 gleichzeitig der Querschnitt der Umgehungsleitung erweitert werden kann, wodurch der Druckabfall an der Turbine, hervorgerufen durch Drosselklappenöffnung, kompensiert werden kann. Alternativ ist auch die Anordnung eines Steuerventils möglich, welches durch eine Steuereinheit angesteuert wird. Außerdem ist eine mechanische Kopplung des Drosselorgans in der Umgehungsleitung und der Drosselklappe möglich. Das vorgeschlagene Verfahren realisiert die gleichzeitige Einstellung von Ansaugluftstrom und Sekundärluftstrom mit vertretbarem konstruktiven Aufwand, und stellt daher eine wirtschaftliche Lösung dar.



DE 100 05 888 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Brennkraftmaschine, wobei gleichzeitig ein Ansaugluftstrom für die Brennkraftmaschine und ein Sekundärluftstrom zur Einleitung in die Abgasanlage der Brennkraftmaschine hinsichtlich des erforderlichen Massestroms eingestellt wird, nach der Gattung des Patentanspruchs 1.

Vorrichtungen der eingangs genannten Art sind bekannt, z. B. aus der WO 97/38 212. Gemäß Fig. 8 dieses Dokumentes wird ein Sekundärlufteinblassystem für eine Brennkraftmaschine vorgestellt, welches aus einer Turbineneinheit 114 und einem Verdichter 113 besteht. Die Turbine wird über eine Umgehungsleitung angetrieben, die parallel zur Drosselklappe 115 im Ansaugtrakt angeordnet ist. In der Umgehungsleitung zur Turbine ist weiterhin zumindest ein Drosselorgan 120 angeordnet. Die gleichzeitige Einstellung von Ansaugluftstrom und Sekundärluftstrom erfolgt durch das Zusammenspiel von Drosselklappe 115 und Drosselorgan 120. Dabei läßt sich einerseits die Leistung der Turbine 114 und somit auch die von dem Verdichter 113 geförderte Sekundärluft und andererseits der geförderte Ansaugluftstrom als Addition der Luftströme durch das Drosselorgan 120 und die Drosselklappe 115 einstellen.

Zur optimalen Einstellung der beiden Luftströme müssen die komplexen Vorgänge der Brennkraftmaschine bekannt sein. Hieraus kann der aktuelle Luftbedarf im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine bzw. in der Abgasanlage ermittelt werden. Der Luftbedarf der Brennkraftmaschine ist z. B. vom Lastzustand, aber auch von der gewünschten Betriebsart, z. B. der Verbrennung des Kraftstoffes unter Sauerstoffüberschuß oder -mangel abhängig. In die Abgasanlage wird Sekundärluft z. B. in der Kaltstartphase des Motors eingeleitet. Diese soll unvollständig verbrannte Abgasbestandteile oxidieren und durch diese exotherme Reaktion zusätzlich den nachgeschalteten Katalysator in der Abgasanlage aufheizen. Dadurch wird während der Kaltstartphase zum einen der Schadstoffausstoß verringert, zum anderen wird die Kaltstartphase verkürzt, da der Katalysator durch die Aufheizung früher zur Wirkung kommt.

Bei der Einleitung der Sekundärluft muß ein bestimmtes Luftverhältnis eingestellt werden, damit die Emissionsreduzierung funktioniert. Bei zuviel Sekundärluft wird das Abgas zu stark abgekühlt, ohne das weitere Abgasbestandteile oxidiert werden. Bei zuwenig Sekundärluft ist nicht ausreichend Sauerstoff zur Oxidation der Abgasbestandteile vorhanden.

Aufgabe der Erfindung ist es, Verfahren zu schaffen, welche mittels einfacher Prinzipien eine befriedigende Einstellung von Sekundärluftstrom und Ansaugluftstrom für die Brennkraftmaschine ermöglicht. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, geeignete Vorrichtungen für dieses Verfahren zu schaffen. Diese Aufgabe wird durch die Patentansprüche 1 und 4 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren ist in bekannter Weise zur gleichzeitigen Einstellung des Ansaugluftstroms der Brennkraftmaschine und des Sekundärluftstroms in die Abgasanlage der Brennkraftmaschine geeignet. Die Einstellung der Luftströme erfolgt über eine Variation des Massenstromes. Im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine ist eine Drosselklappe untergebracht, wobei diese nur den Massestrom der Ansaugluft im Ansaugtrakt beeinflussen kann. Bei

der Einstellung des Ansaugluftstroms muß weiterhin der Umgehungsluftstrom beachtet werden, der zum Antrieb einer Turbine vor der Drosselklappe abgezweigt und hinter der Drosselklappe wieder dem Ansaugtrakt zugeführt wird. Die Turbine treibt einen Verdichter an, der den Sekundärluftstrom erzeugt. Dieser wird der Abgasanlage zugeführt, wobei z. B. eine Zuführung vor dem Katalysator sinnvoll ist, um die bereits beschriebenen Effekte für das Abgas in der Kaltstartphase des Motors zu erzielen.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß zumindest im Leerlauf der Brennkraftmaschine die Drosselklappe eine für diesen Zustand festgelegte Stellung einnimmt. Dies geschieht vor dem Hintergrund, daß im Leerlauf der Brennkraftmaschine der Luftbedarf bekannt ist. Durch Einstellen der Drosselklappe in eine feste Position und das bekannte Ansaugverhalten der Brennkraftmaschine im Leerlauf kann somit gleichzeitig eine definierte Turbinenleistung erreicht werden. Die Drosselklappe muß derart eingestellt werden, daß der Ansaugluftstrom, der an der Drosselklappe vorbeistreichet in Addition mit dem Umgehungsluftstrom gerade die für den Leerlauf der Brennkraftmaschine notwendige Luftmenge ergibt. Hierdurch kann erreicht werden, daß in diesem Betriebszustand die Brennkraftmaschine mit der vorgesehenen Drehzahl läuft. Schwankungen in der zugeführten Ansaugluftmenge würden sich nämlich in einer ungleichmäßigen Drehzahl der Brennkraftmaschine auswirken.

Die für den Leerlauf sinnvolle Klappenstellung im Verhältnis zum in der Umgehungsleitung geförderten Luftstrom muss für die Brennkraftmaschine ermittelt werden. Hierzu kann zusätzlich ein Drosselorgan verwendet werden, welches in der Umgehungsleitung angeordnet wird und mit Hilfe dessen der Luftstrom an der Turbine beeinflusst werden kann. Die bekannten Verhältnisse im Leerlauf der Brennkraftmaschine machen in diesem Bereich also eine Regelung oder Steuerung der Ansaugluftmenge überflüssig. In diesem Betriebszustand sind auch kleine Abweichungen von der eigentlich gewünschten Ansaugluftmenge besonders kritisch, da die Brennkraftmaschine sofort mit einer Drehzahländerung hierauf reagiert. In anderen Betriebszuständen sind Abweichungen von der gewünschten Ansaugluftmenge bzw. Sekundärluftmenge von geringerer Bedeutung. Diese können also ohne Vorsehen einer zusätzlichen Regelung durch bestimmte Gesetzmäßigkeiten zwischen den einzelnen Stellorganen wie der Drosselklappe im Ansaugtrakt und dem Drosselorgan in der Umgehungsleitung eingestellt werden, wie im folgenden genauer erläutert werden wird. Dies wirkt sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit des vorgeschlagenen Verfahrens aus, da zusätzliche Regelbauteile überflüssig werden. Die Drosselklappenstellung kann z. B. über die ohnehin vorhandene Motorsteuerung betrieben werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die festgelegte Stellung der Drosselklappe im Leerlaufzustand gerade die Schließstellung derselben. In diesem Fall wird die Ansaugluft für die Brennkraftmaschine ausschließlich durch die Umgehungsleitung gefördert. Dabei kann die Turbine als Stellorgan für eine Regelung der Ansaugluftmenge im Leerlauf genutzt werden. Dies wird dadurch möglich, daß der Luftdurchsatz durch die Turbine abhängig von der Leistungsaufnahme des Verdichters ist, wobei hierbei beachtet werden muß, daß die Verdichterleistung gleichzeitig den Massestrom der Sekundärluft beeinflusst.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung soll die Schließstellung der Drosselklappe solange beibehalten werden, wie der benötigte Ansaugluftstrom der Brennkraftmaschine unterhalb des maximal möglichen Umgehungsluftstroms an der Turbine liegt. Dies ist nämlich die Bedingung dafür, daß der Luftbedarf der Brennkraftmaschine aus-

schließlich über die Umgehungsleitung gedeckt werden kann. Damit steht in diesen Betriebszuständen immer die maximal mögliche Turbinenleistung zur Verfügung. Diese kann somit in einem möglichst großen Sekundärluftstrom umgewandelt werden, was die Variationsmöglichkeiten der zugeführten Sekundärluftmenge in die Abgasanlage vergrößert.

Um bei zu großer Turbinenleistung im Falle einer vollständigen Schließstellung der Drosselklappe eine befriedigende Einstellung des Sekundärluftstromes zu erreichen, kann in der Sekundärluftleitung gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ein Drosselventil vorgesehen werden. Durch dieses läßt sich der Sekundärluftstrom vermindern, wenn die aktuell geförderte Luftmasse für den augenblicklichen Betriebszustand der Brennkraftmaschinen zu groß ist. Dieser Effekt läßt sich vorteilhaft auch durch eine Zusatzleitung erreichen, die den Verdichter umgeht. Diese ist drosselbar ausgeführt, und kann auch vollständig verschlossen werden. Im Falle einer Öffnung wird ein Luftstrom in der Zusatzleitung erzeugt, der dem Förderstrom des Verdichters entgegengerichtet ist, und bei gleichbleibender Verdichterleistung den effektiv geförderten Sekundärluftstrom an der Zuführung zur Abgasanlage verringert.

Die Zusatzleitung ist insbesondere dazu geeignet, den Sekundärluftstrom unabhängig von der Turbinenleistung zu vermindern. Hierbei muß beachtet werden, daß Verdichterleistung sowie Turbinenleistung direkt miteinander gekoppelt sind. Wird der Sekundärluftstrom durch eine Drossel in der Sekundärluftleitung vermindert, hat dies somit auch eine Verminderung des Luftdurchsatzes an der Turbine zur Folge. Diese muß für den Fall, daß die Brennkraftmaschine eine größere Luftmenge benötigt durch eine Verstellung der Drosselklappe im Ansaugtrakt aufgefangen werden. Damit zeigt sich auch, daß ein in der Sekundärluftleitung vorhandenes Drosselventil indirekt gleichzeitig zu einer Drosselung des Nebenluftstroms an der Turbine führt. In diesem Fall kann eine Drosselung des Nebenluftstroms entfallen.

Eine Brennkraftmaschine, an der das erfindungsgemäße Verfahren realisiert werden soll muß zumindest die folgenden bekannten Komponenten aufweisen. Es muß eine Abgasanlage mit einem Katalysator vorgesehen sein, da der Katalysator die Sekundärlufteinleitung erst notwendig macht. Um die Sekundärluft einleiten zu können, muß weiterhin eine Zuführung vorgesehen sein. Im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine muß eine Drosselklappe vorhanden sein, wobei über eine Umgehungsleitung eine Turbine parallel zur Drosselklappe angeordnet ist, die ebenfalls von der Ansaugluft durchströmt werden kann. Die Turbine ist mit einem Verdichter mechanisch gekoppelt, wodurch die Turbinenleistung in eine Förderleistung des Verdichters zur Einleitung der Sekundärluft in die Abgasanlage genutzt werden kann. Weiterhin müssen Mittel zur Durchführung des bereits beschriebenen Verfahrens vorgesehen werden.

Diese Mittel können z. B. aus einem Drosselorgan bestehen, welches in der Umgehungsleitung angeordnet ist und wiederum mit der Drosselklappe im Ansaugtrakt mechanisch gekoppelt ist. Durch diese mechanische Kopplung wird eine feste Gesetzmäßigkeit erzeugt, wie sich die Öffnungsverhältnisse der beiden Drosselorgane zueinander verhalten. Insbesondere ist ein linearer Zusammenhang erreichbar, der dem Umstand Rechnung trägt, daß ein gesteigerter Luftbedarf der Brennkraftmaschine durch einen erhöhten Massestrom des Abgases eine erhöhte Sekundärluftzufuhr erfordert. Der Sekundärluftmassenstrom kann damit im Wesentlichen konstant gehalten werden. Das Drosselorgan für die Umgehungsleitung kann z. B. aus einer Schiebbeleude bestehen, welche an der Wand des Ansaugtraktes hin und her geschoben werden kann und auf diese Weise eine

Verbindungsöffnung zwischen Umgehungsleitung und Ansaugtrakt öffnen und verschließen kann. Die Schiebbeleude kann stufenlos verstellt werden, wodurch auch ein teilweiser Verschluß der Umgehungsleitung möglich wird. Hierdurch kommt die Drosselwirkung zustande. Es ist auch denkbar, daß die Schiebbeleude mehrere Durchgänge aufweist, die sich schrittweise vor die Verbindungsöffnung schieben. Es können auch mehrere Verbindungsöffnungen angeordnet sein, wobei in diesem Falle eine Verzweigung der Umgehungsleitung zu den Verbindungsöffnungen hin notwendig ist. Ein Antrieb der Schiebbeleude kann z. B. über eine Zahnstange realisiert sein, die an dieser angebracht ist. Die mechanische Kopplung der Drosselklappe wird z. B. über ein Zahnrad realisiert, welches auf der Drosselklappenwelle angebracht ist, und mit der Zahnstange im Eingriff steht.

Mit der beschriebenen Ausführungsform läßt sich insbesondere ein linearer Zusammenhang zwischen Drosselklappe im Ansaugtrakt und Drosselorgan in der Umgehungsleitung herstellen. Selbstverständlich sind auch andere Getriebe denkbar, die unter anderem auch einen degressiven oder progressiven Zusammenhang zwischen Drosselklappenstellung und Drosselorganstellung bewirken können. Hierdurch können spezielle Ansaugcharakteristiken für Brennkraftmaschinen erzielt werden, die im Einzelfall auf die vorgegebenen Gegebenheiten des Motors angepaßt werden können.

Eine andere Variante für das Drosselorgan in der Umgehungsleitung wird realisiert, indem ein Regelventil zur Drosselung eingesetzt wird. Dieses Regelventil kommuniziert über eine Verbindungsleitung mit der Sekundärluftleitung, so daß über einen Regelanschluß im Ventil die Information des in der Sekundärluftleitung anliegenden Verdichtersdruckes in das Ventil eingespeist werden kann. Der Sekundärluftdruck kann somit direkt als Regelgröße verwendet werden, um z. B. durch eine entsprechende Verstellung des Regelventils die Turbinenleistung derart zu beeinflussen, daß ein konstanter Sekundärluftdruck entsteht. Sobald der Sekundärluftdruck über den gewünschten Wert steigt, wird das Regelventil in der Umgehungsleitung gedrosselt, wodurch die Turbinenleistung und somit auch die Verdichterleistung abfällt, was zu einem geringeren Sekundärluftdruck führt. Dabei kann das Regelventil derart ausgelegt werden, daß eine evtl. Druckpulsation in der Sekundärluftleitung bzw. der Umgehungsleitung durch Dämpfungsfaktoren aufgefangen werden, die mit der Gestaltung des Regelventils zusammenhängen.

Im Falle der Verwendung des beschriebenen Regelventils hängt dessen Stellung allein von dem geforderten Sekundärluftdruck ab. Um gleichzeitig eine optimale Versorgung der Brennkraftmaschine mit Ansaugluft zu gewährleisten muß der Ansaugluftstrom daher über die Stellung der Drosselklappe reguliert werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß Regelventil auch durch den im Ansaugtrakt vorliegenden Druck anzusteuern, wodurch dieser als zusätzliche Einflußgröße das Verhalten des Regelventils zwecks Findung einer Stellung beeinflusst, die einen Kompromiß hinsichtlich der geforderten Masseströme in der Sekundärluftleitung und im Ansaugkanal der Brennkraftmaschine darstellt. Auch in diesem Fall können die Randbedingungen der im Leerlauf befindlichen Brennkraftmaschine als bekannt vorausgesetzt werden, so daß die Drosselklappe eine für diesen Betriebszustand sinnvolle Stellung einnimmt.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das eingangs beschriebene Verfahren mittels einer Steuereinheit erreicht werden, die zumindest einen Eingang für einen Sensor in der Sekundärluftleitung einen Eingang für einen Lagersensor an der Drosselklappe und einen Ausgang für ein Steuersignal für ein Steuerventil zur Steuerung der

Sekundärluftmenge aufweist. Der Sensor in der Sekundärluftleitung kann zur Aufnahme des in der Sekundärluftleitung vorliegenden Druckes oder auch des Mengendurchsatzes an Sekundärluft ausgelegt sein. Das entsprechende Sekundärluftsignal kann von der Steuerung ausgewertet werden und gibt indirekten oder direkten Aufschluß über die dem Ansaugtrakt zugeführte Menge an Sekundärluft. In modernen Brennkraftmaschinen ist eine Lageerkennung für die Drosselklappe vorgesehen, um eine optimale Motorsteuerung zu erreichen. Diese Lageerkennung kann gleichzeitig durch die Steuereinheit für das Sekundärluftsystem verwendet werden, um einen indirekten Aufschluß über die durch das Ansaugsystem ansaugbare Luftmenge zu erhalten. Die Lagererkennung kann beispielsweise mittels Sensoren wie z. B. Potenziometern erfaßt werden. Wird zum Antrieb der Drosselklappe ein Schrittmotor verwendet, so liefert dieser gleichzeitig Informationen über die Drosselklappenstellung, so daß ein zusätzlicher Sensor entfallen kann.

Die Eingangssignale werden verwendet, um in der Steuereinheit ein Ausgangssignal zu erzeugen, welches die Stellung des Steuerventils beeinflusst. Wie bereits erläutert, ist wegen der mechanischen Kopplung von Turbine und Verdichter eine Unterbringung des Steuerventils sowohl in der Umgehungsleitung als auch in der Sekundärluftleitung möglich. Eine zunehmende Drosselung des Steuerventils führt zu einer Verminderung des Sekundärluftstroms sowie des Nebenluftstroms.

Mit Hilfe der Informationen über die Stellung des Steuerventils sowie der Drosselklappe ist gleichzeitig ein Rückschluß über die der Brennkraftmaschine über den Ansaugtrakt zugeführten Verbrennungsluft möglich.

Die bisher beschriebenen Verfahren sowie Vorrichtungen zur Einstellung von Ansaugluftstrom und Sekundärluftstrom gestatten auf verschiedene Weise eine Annäherung an die real in der Brennkraftmaschine ablaufenden Prozesse. Durch die Annäherung wird eine Steuerung bzw. Regelung der benötigten Sekundärluft sowie Ansaugluft hinreichend genau beschrieben, so daß der Aufwand für die Einstellung der Luftströme in Grenzen gehalten werden kann. Dabei wird dem Haupteinflussfaktor des Systems Rechnung getragen. Dieser Einflussfaktor ist die Drosselklappe im Ansaugtrakt. Solange diese nämlich geschlossen ist, muß der gesamte Ansaugluftstrom über die Umgehungsleitung geführt werden, was zu einer hohen Turbinenleistung führt. Sobald dieser Luftstrom nicht mehr ausreicht, wird die Drosselklappe im Ansaugtrakt geöffnet, was zu einem schlagartigen Abfall der Turbinenleistung führt. Unter diesen Bedingungen ist eine Versorgung der Abgasanlage mit Sekundärluft nicht mehr gegeben. Die Verstellbarkeit des Querschnitts der Umgehungsleitung bzw. der Sekundärluftleitung führt jedoch zu einer zusätzlichen Einstellbarkeit des Sekundärluftstroms. Damit kann bei einem Öffnen der Drosselklappe im Ansaugtrakt gleichzeitig eine Verringerung des Strömungswiderstandes Sekundärluftsystems eingeleitet werden. Damit kann der Leistungsabfall an der Turbine vermieden oder zumindest verringert werden, da der Massestrom in der Umgehungsleitung aufgrund des sich verringern den Strömungswiderstandes annähernd konstant gehalten werden kann. Die Verringerung des Durchströmungswiderstandes wird z. B. durch die bereits beschriebenen Drosselorgane in der Sekundärluftleitung bzw. der Umgehungsleitung erzielt.

Sollten die beschriebenen Einstellmechanismen einmal nicht ausreichen, um die Förderung von genügend Sekundärluft in die Abgasanlage zu gewährleisten, kann zusätzlich eine Reduzierung der Kraftstoffzufuhr in den Ansaugtrakt erzielt werden. Dadurch wird das Gemisch magerer, so daß eine weitgehende Verbrennung schon in der Brennkraftma-

schine erfolgen kann. Dadurch wird auch für diesen Fall eine Einhaltung der Abgaswerte der Brennkraftmaschine erreicht.

Die Ansteuerung des Sekundärluftsystemes muß nicht durch eine gesonderte Steuereinheit erfolgen. Die Funktionen können auch in die Motorsteuerung integriert sein, wodurch die Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Lösung erhöht wird. Insbesondere stehen der Motorsteuerung diverse Meßwerte der Brennkraftmaschine zur Verfügung, die nicht zusätzlich erfaßt werden müssen. Weitere Meßwerte können zusätzlich zu einer Verfeinerung des beschriebenen Einstellverfahrens für das Sekundärluftsystem herangezogen werden.

Die einwandfreie Funktion des Sekundärluftsystem hängt im wesentlichen Maße auch von der Auslegung der Einzelkomponenten ab. So ist der Sekundärluftlader so auszugestalten, daß im Motorleerlauf der erforderliche Sekundärluftmassenstrom durch den Verdichter gefördert werden kann. Da der Luftbedarf des Motors in diesem Betriebszustand gering ist und diese geringe Luftmenge zwecks Erreichung der Leerlaufdrehzahl eingehalten werden muß, hängt die Drosselung der Turbine von diesen Randbedingungen ab. Sollte der Verdichtermassenstrom bei derart angedrosselter Turbine zu gering sein, muß die Grundauslegung des Sekundärluftladers, speziell der Turbine überarbeitet werden. Wird die Turbine kleiner ausgelegt, kann die Drosselung der Turbine reduziert werden und das Turbinendruckverhältnis erhöht sich. Bei gleichem Turbinenmassenstrom wird dann mehr Turbinenleistung erzeugt und ein höherer Verdichtermassenstrom gefördert. Der Ist-Wert des Sekundärluftmassenstroms wird durch einen Sensor in der Sekundärluftleitung oder in der Abgasanlage bestimmt. Hierbei können z. B. Durchflusssensoren verwendet werden, wobei diese in der Abgasanlage häufig ohnehin vorgesehen werden müssen. Z. B. würde ein Vergleich der Luftdurchsätze vor und hinter der Einleitung für die Sekundärluft einen Rückschluß auf die zugeführte Sekundärluftmenge zulassen. Alternativ kann auch ein Differenzdruck an einer bekannten Drosselstelle ausgewertet werden. Der Sollwert für den Sekundärluftmassenstrom kann z. B. durch die Motorsteuerung bestimmt werden. Dazu kann der Motorluft- und Brennstoffmassenstrom ausgewertet werden. Die Steuereinheit paßt durch Anwendung des beschriebenen Verfahrens den Sekundärluftmassenstrom an den gewünschten Sollwert an.

Das beschriebene Verfahren eignet sich also in besonderer Weise dazu, den Massestrom des Sekundärluftstromes zu regulieren. Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung läßt sich der so erzeugte Sekundärluftmassenstrom nicht nur für die Brennkraftmaschine in der Kaltstartphase verwenden. Hierzu wird die Sekundärluft der Abgasanlage vor dem Katalysator zugeführt. Dies kann zentral direkt vor dem Katalysator oder auch in den Auslaßkanälen der Zylinder erfolgen. Für den Fall, daß die Sekundärluft nahe den Zylinderauslässen eingeleitet wird, ist eine bessere Verteilung der Sekundärluft im Abgas möglich, da dieses noch einen gewissen Weg bis zum Katalysator zurücklegen muß.

Die Sekundärluft kann jedoch auch hinter dem Katalysator eingeleitet werden. Diese Zuleitungsmöglichkeit schafft einen weiteren Anwendungsfall, wobei ein Stellorgan vorgesehen ist, welches die Leitung der Sekundärluft zu den unterschiedlichen Zuführungen auswählen kann.

Der Anwendungsfall für die Zuführung der Sekundärluft hinter dem Katalysator ergibt sich bei mager betriebenen Verbrennungsmotoren, insbesondere direkt eingespritzten Otto-Motoren, welche mit sogenannten Speicherkatalysatorsystemen für Stickoxyde ausgestattet sind. Diese speziellen Katalysatoren sollen die Schadstoffemission innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen halten. Sie speichern die

Stickoxyde in mageren Betriebspunkten und geben den Stickstoff in fetten Betriebspunkten ab. Mit mager und fett sind die Betriebszustände gemeint, in denen mehr bzw. weniger Kraftstoff der Verbrennungsluft beigemischt wird. Im mageren Betrieb verbrennt der Kraftstoff in den Zylindern mit Luftüberschuß, während in fetten Betriebspunkten ein Kraftstoffüberschuß in die Zylinder eingespritzt wird.

Allerdings kann der aus dem Kraftstoff stammende Schwefel die beschriebene Wirkung der Speicherkatalysatoren einschränken. Dies geschieht durch eine Sulfateinlagerung im Katalysator, die dessen Laufzeit stark vermindern kann.

Die Sulfateinlagerung ist jedoch in gewissen Grenzen reversibel. Dazu muß der Motor über längere Zeit im Minutenbereich fett und bei hohen Abgastemperaturen betrieben werden. Dadurch läßt sich eine Reinigung des Katalysators von Sulfateinlagerungen erzielen, jedoch steigen die Emissionswerte des Abgases an Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen auf nicht hinzunehmende Werte. Durch Einleitung von Sekundärluft stromab der zu desulfatisierenden Komponente können diese Schadstoffe entsprechend dem Prozeß in der Kaltstartphase der Brennkraftmaschine verbrannt werden. Dadurch läßt sich eine Reinigung des Katalysators bei hinnehmbaren Emissionswerten erreichen.

Zur Erzeugung des Betriebszustandes der Desulfatisierung des Katalysators läßt sich das beschriebene Sekundärluftsystem verwenden. Hierbei kann der Umstand ausgenutzt werden, daß die Betriebszustände des Kaltstarts und der Desulfatisierung niemals gleichzeitig auftreten. Die Kaltstartphase beträgt nach dem Start des Motors lediglich wenige Minuten. In den fetten Betriebspunkten des Motors, welche für eine Desulfatisierung des Katalysators Voraussetzung sind, ist die Drosselklappe im Ansaugtrakt mindestens teilweise geschlossen. Daher kann der Turbine des Sekundärluftladers genügend Umgehungsluft zur Verfügung gestellt werden, um eine hinreichende Menge an Sekundärluft durch den Verdichter zur Verfügung zu stellen.

Selbstverständlich lassen sich auch andere Sekundärluftsysteme, die z. B. ein elektrisch angetriebenen Verdichter zur Desulfatisierung des Katalysators nutzen. Bei der Auslegung des Sekundärluftladers ist lediglich darauf zu achten, daß dieser die geforderten Sekundärluftmengen sowohl in der Kaltstartphase als auch während der Desulfatisierung bereitstellen kann. Der Sekundärluftlader muß also für den Betriebszustand mit dem höheren Sekundärluftbedarf ausgelegt werden. Die Höhe des Sekundärluftbedarfs hängt im Einzelfall von der Brennkraftmaschine ab.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnungen

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden in den Zeichnungen anhand von schematischen Ausführungsbeispielen beschrieben. Hierbei zeigen

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Sekundärluftsystems mit mechanischer Kopplung zwischen Drosselklappe im Ansaugtrakt und Drosselorgan in der Umgehungslleitung,

Fig. 2 die schematische Darstellung eines Sekundärluftsystems mit Regelventil und

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Sekundärluftsystems mit elektronisch gesteuertem Steuerventil in der Umgehungslleitung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform dargestellt, welche mit einem minimalen Aufwand an Komponenten auskommen soll. Es ist eine Brennkraftmaschine 10 vorgesehen, welche mit einem Ansaugtrakt 11 und einer Abgasanlage 12 ausgestattet ist. Im Ansaugtrakt befindet sich zumindest ein Luftfilter 13 und eine Drosselklappe 14. Die Abgasanlage ist mit einem Katalysator 15 ausgestattet. Hinter dem Luftfilter 13 und vor der Drosselklappe 14 zweigt eine Umgehungslleitung 16 ab, die dem Ansaugtrakt 11 hinter der Drosselklappe wieder zugeführt wird. In der Umgehungslleitung ist ein Rückschlagventil 17 vorgesehen, welches einen Rückfluß an Verbrennungsluft durch die Umgehungslleitung vermeidet. Weiterhin ist eine Turbine 18 in der Umgehungslleitung 16 angeordnet, die durch einen Umgehungsluftstrom 19 angetrieben wird. Die Turbine ist mechanisch mit einem Verdichter 20 gekoppelt, der einen Sekundärluftstrom 21 in einer Sekundärluftleitung 22 fördert. Die Sekundärluftleitung mündet in eine Zuführung 23 der Abgasanlage 12 vor dem Katalysator 15. Die Flußrichtungen eines Ansaugluftstromes 24 des Umgehungsluftstromes 19 und des Sekundärluftstromes 21 sowie des Abgases sind durch Pfeile entlang der Leitungen angedeutet.

Die bisher beschriebenen Elemente befinden sich in den Ausführungsformen gemäß Fig. 2 und 3 wieder und werden an dieser Stelle nicht nochmals erläutert.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 besitzt für die Umgehungslleitung 16 ein Drosselorgan 25, welches mit der Drosselklappe 14 mechanisch gekoppelt ist. Diese Kopplung kommt durch einen Zahnstangenantrieb 26 zustande, wobei eine Zahnstange 27 als Teil einer Schiebeblende 28 ausgeführt ist und eine Klappenwelle 29 der Drosselklappe 14 mit einem Zahnrad 30 verbunden ist, welches mit der Zahnstange 27 in Verbindung steht. Bei Verstellung der Drosselklappe wird somit auch die Schiebeblende bewegt, wodurch Verbindungsöffnungen 31 geöffnet und verschlossen werden. Diese sind im Ausführungsbeispiel als Bohrungen in der Schiebeblende ausgeführt. Ebenso denkbar ist eine Verbindungsöffnung, die als Durchbruch in der Wand des Ansaugtraktes ausgeführt ist, wobei die Schiebeblende sich über diese Verbindungsöffnung schiebt, um diese stufenlos zu verschließen. Diese Ausführung ist nicht dargestellt.

Im Sekundärluftsystem gemäß Fig. 2 ist ein Regelventil 32 in der Umgehungslleitung 16 angeordnet, welche den Umgehungsluftstrom 19 stufenlos zu variieren vermag. Das Regelventil besitzt einen Regelanschluß 33, der mit einer Verbindungsleitung 34 mit der Sekundärluftleitung 22 verbunden ist. Abhängig von dem in der Sekundärluftleitung 22 herrschenden Druck wird damit das Regelventil 32 verstellt. Ein Ventilkörper 35 schiebt sich dabei in den Leitungsquerschnitt der Umgehungslleitung, wodurch der Umgehungsluftstrom 19 direkt beeinflußt wird. Der Stellweg des Ventils in Abhängigkeit der Druckänderung des Sekundärluftstroms 21 wird durch Federn 36 bestimmt. Außerdem kann in dem Regelventil 32 eine Dämpfung realisiert sein, die durch die Dämpfungseigenschaften eines in einem Volumen 37 eingeschlossenen Fluides bestimmt wird. Zur Einleitung des Sekundärluftstroms 21 in die Abgasanlage sind mehrere Zuführungen 23 vorgesehen, die direkt hinter den zylinderseitigen Auslässen für die Abgase angeordnet sind. Hierdurch findet eine optimale Durchmischung der Sekundärluft mit den Abgasen statt. Weiterhin ist in der Sekundärluftleitung

ein Drosselventil 38 vorgesehen, mit dessen Hilfe der Sekundärluftstrom verringert oder abgeschaltet werden kann. Weiterhin kann in der Sekundärluftleitung ein Rückschlagventil 17a vorgesehen werden, die eine Abgasrückführung in den Ansaugtrakt 11 bei bestimmten Betriebsbedingungen unterbindet. Anstelle des Drosselventils 38 kann auch ein Schaltventil vorgesehen werden, mit dessen Hilfe die Sekundärlufteinleitung abgeschaltet werden kann. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Sekundärluft dem Ansaugtrakt 11 der Brennkraftmaschine hinter dem Luftfilter 13 entnommen. Hierdurch wird gewährleistet, daß die Sekundärluft keine Verunreinigungen aufweist. Grundsätzlich kann die Sekundärluft jedoch auch aus dem Motorraum angesaugt werden, wie dies in Fig. 1 angedeutet ist.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist das Sekundärluftsystem mit einer Steuereinheit 39 ausgestattet, welche mit einer Motorsteuerung 40 kommuniziert. Für die Steuerung des Ventils können Kennfelder in der Steuereinheit 39 abgelegt sein, die die Verarbeitung diverser Meßwerte des Sekundärluftsystems und des Motors ermöglichen. Es werden zumindest der Mengendurchsatz des Sekundärluftstroms 21 mit Hilfe eines Sensors 42a und die Drosselklappenstellung ermittelt. An Stelle des Sensors 42a kann auch ein Sensor 42c vorgesehen werden, der den Luftstrom auf der Turbinenseite misst. Durch die mechanische Kopplung zwischen Verdichter 20 und Turbine 18 ist damit auch ein Rückschluss auf den Sekundärluftstrom möglich. Weiterhin können Informationen der Motorsteuerung einfließen, wie z. B. der Mengendurchsatz an Verbrennungsluft im Ansaugtrakt 11, gemessen durch den Sensor 42b. Die Stellung der Drosselklappe ist häufig auch in der Motorsteuerung abgelegt, so daß eine gesonderte Messung durch die Steuereinheit 39, wie in diesem Ausführungsbeispiel gezeigt, nicht erfolgen muß. Die verwendeten Sensoren können z. B. Durchflusssensoren sein, mit deren Hilfe der Mengendurchsatz der Luftströme gemessen werden kann. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von Drucksensoren, die durch Messungen des Druckes einen indirekten Schluß auf den Mengendurchsatz zulassen.

Die Steuereinheit dient zur gleichzeitigen Ansteuerung des Steuerventils 41 und eines Drosselventils 38a. Das Steuerventil regelt den Umgehungsluftstrom 19, während das Drosselventil 38a zur Regulierung des effektiven Sekundärluftstroms gedacht ist. Das Drosselventil 38a ist nämlich in einer Zusatzleitung 43 vorgesehen, die einen Bypass für den Verdichter bildet. Dadurch kann durch Öffnung des Drosselventils 38a und Rückführung der verdichteten Luft der effektive Sekundärluftstrom reguliert werden.

Neben den Zuführungen 23 zur Sekundärlufteinblasung während der Kaltstartphase ist weiterhin eine Zuführung 23a vorgesehen, die hinter dem Katalysator in die Abgasanlage 12 mündet. Durch ein Stellorgan 44 kann die Zuführung 23 oder die Zuführung 23a mit der Sekundärluftleitung verbunden oder abgekoppelt werden. Eine gleichzeitige Zuschaltung beider Zuführungen 23, 23a ist nicht vorgesehen. Die Zuführung 23a für die Sekundärluft ist für den Betriebszustand der Desulfatisierung des Katalysators 15 gedacht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur gleichzeitigen Einstellung

- eines Ansaugluftstromes (24) für eine Brennkraftmaschine (10) mit Hilfe einer im Ansaugtrakt (11) untergebrachten Drosselklappe (14) unter Beachtung eines Umgehungsluftstromes (19), der durch eine mit der Drosselklappe parallel geschaltete Turbine (18) geleitet wird und somit Teil des Ansaugluftstromes ist, und

- eines Sekundärluftstromes (21), der durch einen durch die Turbine (18) angetriebenen Verdichter (20) erzeugt wird und einer Abgasanlage (12) der Brennkraftmaschine zugeführt wird, wobei die Abgasanlage einen Katalysator aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest im Leerlaufzustand der Brennkraftmaschine die Drosselklappe in eine für diesen Zustand festgelegte Stellung gebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die festgelegte Stellung der Drosselklappe (14) im Leerlaufzustand der Brennkraftmaschine (10) die Schließstellung der Drosselklappe ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schließstellung der Drosselklappe (14) solange beibehalten wird, wie der benötigte Ansaugluftstrom (24) für die Brennkraftmaschine unterhalb des maximal möglichen Umgehungsluftstromes (19) liegt.

4. Brennkraftmaschine (10) mit einem Ansaugtrakt (11) und einer Abgasanlage (12), wobei

- die Abgasanlage einen Katalysator (15) und mindestens eine Zuführung (12) für eine Sekundärluftleitung (22) aufweist,
- der Ansaugtrakt eine Drosselklappe (14) und eine zur Drosselklappe parallel verlaufende Umgegangsleitung (16), in der eine Turbine (18) durchströmbar angeordnet ist,
- die Turbine (18) mit einem Verdichter (20), an dessen Ausgang für die verdichtete Luft die Sekundärluftleitung angeschlossen ist, mechanisch gekoppelt ist,

dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche vorgesehen sind.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2 vorgesehen sind, wobei diese aus einem Drosselorgan (25) bestehen, welches in der Umgegangsleitung (16) angeordnet und mit der Drosselklappe (14) mechanisch gekoppelt ist.

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan (25) aus einer Schiebeleiste besteht, welche über einer Verbindungsöffnung (31) zwischen Ansaugtrakt (11) und Umgegangsleitung (16) verschiebbar angeordnet ist, wodurch sich die Verbindungsöffnung öffnen und schließen läßt, und welche über einen Zahnstangenantrieb (26) mit der Drosselklappe (14) verbunden ist.

7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Regelventil (32) in der Umgegangsleitung angeordnet ist, welches einen über eine Verbindungsleitung (34) mit den Sekundärluftleitung (22) kommunizierenden pneumatischen Regelanschluß (33) aufweist.

8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (39) vorgesehen ist, die zumindest

- einen Eingang für ein von einem Sensor (42a) in der Sekundärluftleitung (22) oder der Abgasanlage stammendes Sekundärluftsignal
- einen Eingang für ein von einer Lageerkennung an der Drosselklappe stammendes Stellungssignal und
- einen Ausgang für ein Steuersignal, welcher mit einem Steuerventil (41) verbunden ist, aufweist, wobei
- das Steuerventil in der Umgegangsleitung (16) oder der Sekundärluftleitung (22) angebracht ist.

9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drosselventil (38) zur Begrenzung des Sekundärluftstromes in der Sekundärluftleitung (22) vorgesehen ist.

10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine den Verdichter umgebende drosselbare Zusatzleitung (43) zur Begrenzung des Sekundärluftstromes in der Sekundärluftleitung (22) vorgesehen ist.

11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 10, wobei eine Zuführung (23) der Sekundärluftleitung (22) in die Abgasanlage (12) vor dem Katalysator (15) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Zuführung (23a) in die Abgasanlage nach dem Katalysator vorgesehen ist, wobei ein Stellorgan (44) zur Auswahl der gewünschten Zuführung in der Sekundärluftleitung angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

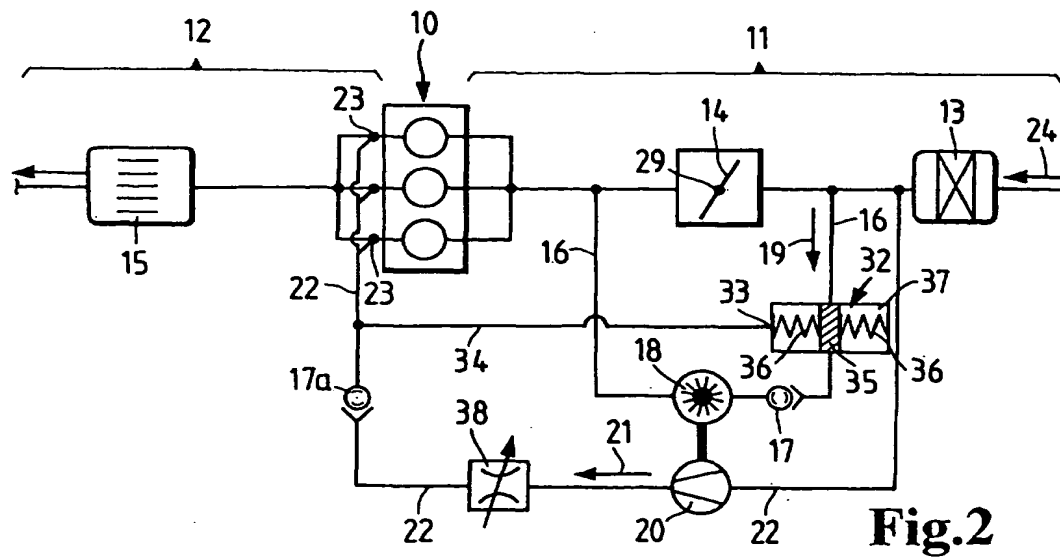
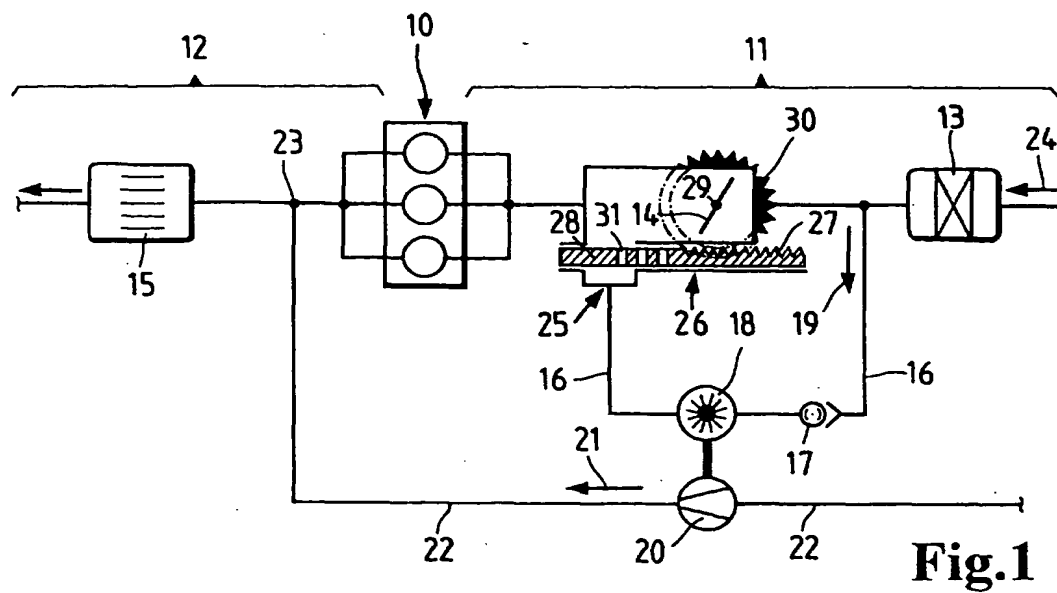
50

55

60

65

- Leerseite -



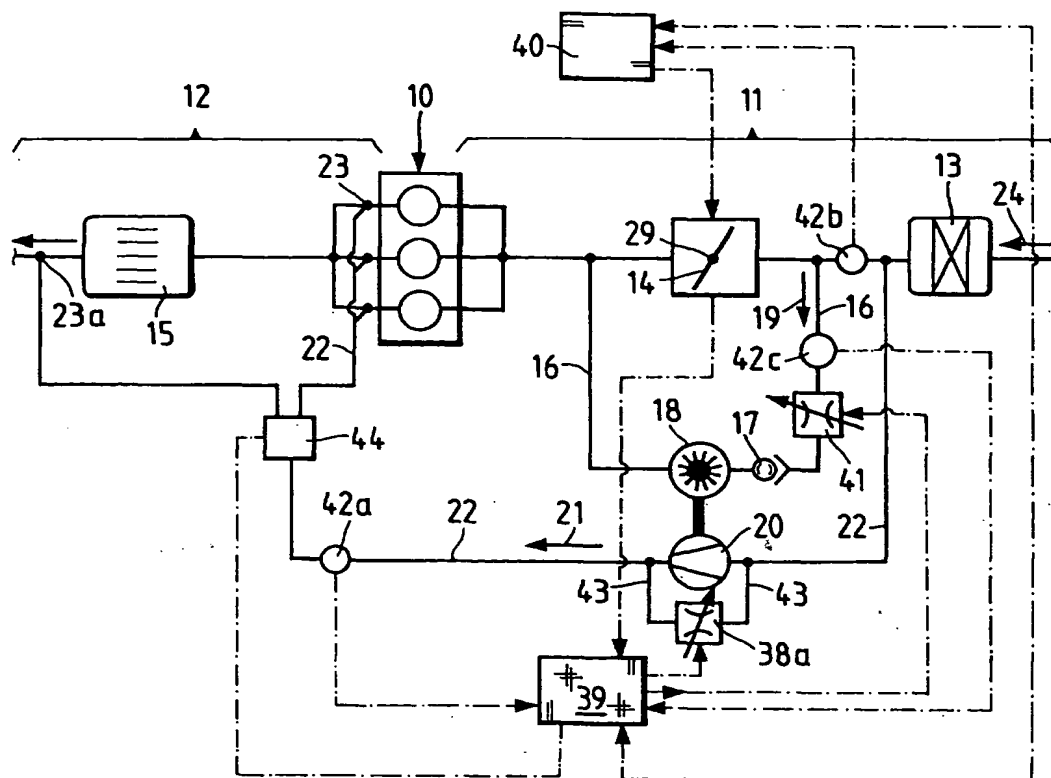


Fig.3